

Семей, Республика Казахстан; e-mail: dinara_kozhahmetova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4327-3899>.

Роза Серикжановна Бекбаева – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: 31-roza@mail.ru.

Information about the authors

Adlet Zhumabekovich Kurmanbai – Master's student of the Department of Automation, Information Technology and Urban Planning; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan.

Yerbol Amangazovich Ospanov* – PhD of the Department "Automation, Information Technologies and Urban Planning"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: 78oea@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5342-274X.

Dinara Oshanovna Kozhakhmetova – PhD, Head of the Department of Automation, Information Technology and Urban Planning; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: dinara_kozhahmetova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4327-3899.

Rosa Serikzhanovna Bekbaeva – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Automation, Information Technology and Urban Planning; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: 31-roza@mail.ru.

Материал 05.05.2021 ж. баспаға түсті.

МРНТИ: 27.41.77

Д.Т. Курушбаева

Университет имени Шакарима города Семей
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
e-mail: sh_din097@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА ОДНОТИПНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация: В статье проводится исследование варианта активной системы массового обслуживания применительно к промышленному предприятию, в производственном процессе которого используется уникальное оборудование. Снижение общих издержек на оплату труда производственного персонала, на создание и на эксплуатацию рабочих мест при заданной интенсивности потока заявок достигается путем оптимизации оплаты труда. Математическая модель оптимизации производственного процесса включает в себя модель поведения работников в трудовых процессах, квалификационные характеристики которых идентифицируются в условиях локального рынка труда. В работе рассматривается один из классов систем массового обслуживания и возможность сокращения числа рабочих мест за счет стимулирования более высокой производительности труда работников. В рассматриваемой производственной ситуации имеется возможность сокращения числа рабочих мест за счет стимулирования более высокой производительности труда работников.

Ключевые слова: математическое моделирование процессов, активные системы массового обслуживания.

При обосновании количества требуемых рабочих мест и численности производственного персонала значительную роль играет интенсивность и регулярность производственных заданий. В теории указанное обоснование относится к предметной области многоканальных систем массового обслуживания (СМО) [1]. Ниже исследуется математическая модель СМО в условиях промышленных предприятий на длительных интервалах времени, в течение которых интенсивность входного потока работ может считаться постоянной.

Рассмотрим один из классов СМО, когда для выполнения большого объема работ привлекаются активные работники, для которых интенсивность выполнения заявок существенно зависит от оплаты труда. В этом случае математическое моделирование таких СМО может проводиться в рамках теории активных систем [2], а поведение работников в трудовых процессах – описываться с использованием результатов работ [3-4].

В данной работе используется математическая модель активности работников, описанная в работе [4, с. 71]. Пусть x – мотивированное решение работника по уровню активности, а $\bar{x}$ – предельный уровень объема работ, который работник потенциально способен выполнить за рабочий час. Зависимость $x = \tilde{x}(p)$ оптимальной активности работника выделенной профессии и специализации от ставки оплаты труда p записывается в виде следующего выражения:

$$x = \tilde{x}(p) = \begin{cases} \bar{x} - \frac{\delta}{p}, & \text{если } p > p_{\min} = \left(\frac{\delta}{\bar{x}} \right); \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (1)$$

где $\delta, \bar{x}$ – параметры функции активного поведения работника, которые идентифицируются при условии: $\delta > 0$; $\bar{x} > 0$.

В представленной зависимости фактической трудовой активности работника оценки параметров получены в работе [4] по информации локального рынка труда в следующем виде:

$$\bar{x} = \frac{x_H}{\alpha}; \quad \delta = \frac{x_H \cdot (1 - \alpha) \cdot p_H}{\alpha \cdot \nu}, \quad (2)$$

где x_H – объем работы, который работник выполняет в течение рабочего дня при среднерыночной часовой оплате труда, равной p_H ; α – показатель интенсивности труда рассматриваемых работников в условиях локального рынка; ν – индекс валентности работника, который отражает его отношение к денежному вознаграждению в сравнении со среднерыночным работником ($\nu \in [0,5; 1,5]$).

Далее рассмотрим использование выражения (1) для решения задачи оптимизации числа рабочих мест в фирме, часовой объем работ H в которой по рассматриваемому сегменту рынка труда является достаточно большим. Пусть h – средние часовые затраты финансовых средств на создание и функционирование одного рабочего места на некоторый плановый период времени; p_H – часовая оплата труда среднерыночного работника. Дорогостоящее уникальное оборудование рабочего места позволяет без потери качества обеспечивать выполнение работ при повышенной производительности труда.

В рассматриваемой производственной ситуации имеется возможность сокращения числа рабочих мест за счет стимулирования более высокой производительности труда работников.

Предположим, что в рассматриваемом промышленном предприятии имеется возможность установить ставку оплаты труда в пределах $p \in [p_H; \beta \cdot p_H]$, $\beta > 1$. Пусть m – требуемое число рабочих мест: $m = H / x$ (условие целого числа рабочих мест не учитываем). Тогда задача выбора оптимальной ставки заработной платы p^* запишется следующим выражением:

$$\min_{p \in [p_H; \beta \cdot p_H]} \left(\frac{H \cdot h}{x} + p \cdot H \right). \quad (3)$$

В этом выражении первое слагаемое – удельные финансовые затраты на создание и эксплуатацию всех рабочих мест; второе слагаемое – полные часовые затраты на оплату труда работников на m рабочих мест при ставке p и часовой производительности x .

Примем, что в формуле (2) $x_H = 1$. Несложные вычисления дают решение задачи (3) в следующем виде:

$$p^* = \begin{cases} p_H, \text{ если } h < h_{\min} = \frac{p_H \cdot (\nu + \alpha - 1)^2}{\alpha \cdot \nu \cdot (1 - \alpha)}; \\ \beta \cdot p_H, \text{ если } h > h_{\max} = \frac{p_H \cdot (\beta \cdot \nu + \alpha - 1)^2}{\alpha \cdot \nu \cdot (1 - \alpha)}; \\ \frac{p_H \cdot (1 - \alpha)}{\nu} + \sqrt{\frac{h \cdot \alpha \cdot p_H \cdot (1 - \alpha)}{\nu}}, h_{\min} \leq h \leq h_{\max}. \end{cases} \quad (4)$$

При значениях параметров $\alpha = 0,7$; $\nu = 1,05$; $\beta = 2$; $h = h_{\max} = 14,7 \cdot p_H$ затраты фирмы на выполнение полного объема работ сокращаются более чем на 10%, а производительность труда работников возрастает относительно среднерыночной на 22,4% ($\tilde{x}(p^*)/x_H = 1,224$).

Эффект снижения затрат в рассмотренном числовом примере согласно формулы (4) начинает проявляться при условии $h > h_{\min} = 2,6 \cdot p_H$; эффект возрастает, если привлекать работников, которые более мотивированны к денежному вознаграждению.

Список литературы

1. Булатова Г.А., Маничева А.С., Оскорбин Н.М. Методы и математические модели управления персоналом: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. – С. 15-80.
2. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами. – М.: Либроком, Editorial URSS, 2017. – С. 112-183.
3. Ньюстром Дж., Дэвис К. Организационное поведение. Поведение человека на рабочем месте. – СПб.: Питер, 2000. – С. 336- 361.
4. Ослин Б. Г. Моделирование. Имитационное моделирование СМО: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – С. 56- 70.

Д.Т. Курушбаева

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А
e-mail: sh_din097@mail.ru

ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН БІРДЕЙ ЖҰМЫС ОРЫНДАРЫНЫҢ САНЫН ОҒТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа: Бұл мақалада өндіріс процесінде бірегей жабдықты қолданатын өнеркәсіптік кәсіпорынға қатысты белсенді қызмет көрсету жүйесінің нұсқасы зерттеледі. Өндірістік персоналға еңбекақы төлеуге, өтінімдер ағынының берілген қарқындылығы кезінде жұмыс орындарын құруға және пайдалануға арналған жалпы шығындарды азайтуға еңбекақы төлеуді оңтайландыру жолымен қол жеткізіледі. Өндірістік процесті оңтайландырудың математикалық моделі біліктілік сипаттамалары жергілікті еңбек нарығында анықталатын еңбек процестеріндегі жұмысшылардың мінез-құлық моделін қамтиды. Жұмыста жаппай қызмет көрсету жүйелерінің бір класы және жұмысшылардың жоғары еңбек өнімділігін ынталандыру арқылы жұмыс орындарының санын азайту мүмкіндігі қарастырылады. Қарастырылып отырған өндірістік жағдайда жұмысшылардың жоғары еңбек өнімділігін ынталандыру арқылы жұмыс орындарының санын қысқарту мүмкіндігі бар.

Түйін сөздер: процестерді математикалық модельдеу, белсенді қызмет көрсету жүйелері.

D. Kurushbayeva
Shakarim University of Semey,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A
e-mail: sh_din097@mail.ru

OPTIMIZATION OF THE NUMBER OF SIMILAR JOBS USED IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Abstract: This article investigates a variant of an active queuing system in relation to an industrial enterprise, in the production process of which unique equipment is used. The reduction of the total costs of paying for the labor of production personnel, for the creation and operation of workplaces at a given intensity of the flow of applications is achieved by optimizing wages. The mathematical model of optimization of the production process includes a model of employee behavior in labor processes, the qualification characteristics of which are identified in the conditions of the local labor market. The paper considers one of the classes of queuing systems and the possibility of reducing the number of jobs by stimulating higher productivity of workers. In the considered production situation, there is a possibility of reducing the number of jobs by stimulating higher productivity of workers.

Key words: mathematical modeling of processes, active queuing systems.

Авторлар туралы мәліметтер

Динара Талғатқызы Курушбаева – автоматтандыру, ақпараттық технологиялар және қала құрылысы кафедрасының оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: sh_din097@mail.ru.

Сведения об авторах

Динара Талгатовна Курушбаева – преподаватель кафедры автоматизации, информационных технологий и градостроительства; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: sh_din097@mail.ru.

Information about the authors

Dinara Talgatovna Kurushbaeva – Lecturer of the Department of Automation, Information Technology and Urban Planning; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: sh_din097@mail.ru.

Материал поступил в редакцию 17.05.2021 г.

МРНТИ: 87.33.31

Б.Ж. Имамова*

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А
e-mail: bakimamova@mail.ru

ҚАР КӨШКІНІНІҢ СИПАТЫ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІГІ БОЙЫНША ЖҮРГІЗІЛЕТІН ШАРАЛАР

Аңдатпа: Бұл мақалада адам өміріне қауіп төндіретін, қар көшкінінің түрлері қауіптілігі және көшкіндерді анықтайтын метеорологиялық факторлар талданады. Қар көшкінін алдын алу және халық пен шаруашылық нысандардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуде жүргізілетін шаралар сипатталады. Қар көшкіндерінің пайда болу механизмдері, қардың беткі жамылғысының бөлшектерінің қатуы нәтижесінде пайда болады. Күннің, желдің және жылу әсерінен қар бетінде мұзды қабыршақ пен осы құбылыстардың нәтижесінде қар кристалдары пайда болады. Тығыз және ауыр қабаттың нәтижесінде пайда болған іркілдек массаның төмен қарай сырғығанда өзімен қар жамылғысын қоса әкетеді: «Қар тақталарының» жылдамдығы сағатына 200км жетуі мүкін. «Қар тақталарының» жүру мүмкіндігі қар массасының көп қабаттылығымен яғни, тығыз және іркілдек қарларға байланысты болатын шаралар туралы қарастырылған.

Түйін сөздер: қар көшкіні, қар жамылғысы, апат, қауіп, қауіпсіздік.